

INTRODUCCIÓN A LA NEUROCIENCIA

IMPORTANCIA DE LAS CÉLULAS EN EL SISTEMA NERVIOSO

Dr. Ricardo Machado García



MARZO - 2025

IMPORTANCIA DE LAS CÉLULAS EN EL SISTEMA NERVIOSO

CÉLULA

La célula es la unidad estructural, funcional y genética básica de todos los seres vivos. Es el componente más pequeño que posee vida propia. Puede ser una entidad independiente (como en organismos unicelulares) o parte de un organismo multicelular donde las células se especializan para realizar funciones específicas.



RELEVANCIA EN BIOLOGÍA

BASE DE LA VIDA

Todo ser vivo está compuesto de células. Entenderlas permite comprender los procesos vitales.

DIVERSIDAD FUNCIONAL

Las células se especializan en distintos tipos (como musculares, epiteliales, nerviosas), lo que da lugar a la variedad de tejidos y órganos.

PROCESOS FUNDAMENTALES

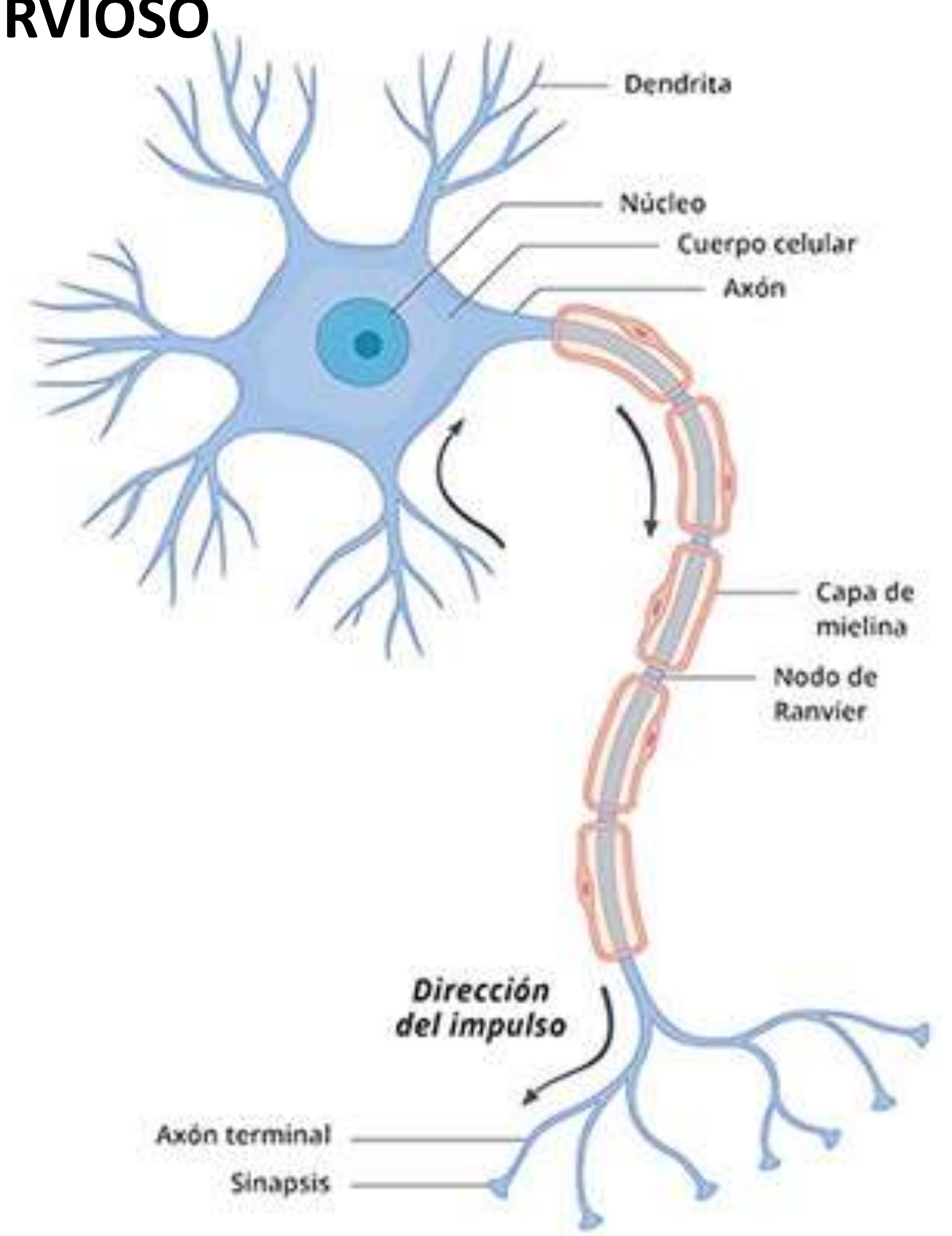
Estudiar células explica funciones esenciales como la reproducción, el metabolismo, la respuesta a estímulos, la homeostasis y el desarrollo.

INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA

Las terapias celulares, la ingeniería genética y la biotecnología parten de entender cómo funcionan las células.

TEJIDO NERVIOSO

El tejido nervioso es uno de los cuatro tipos principales de tejidos del cuerpo (junto con el epitelial, conectivo y muscular).
Su característica más importante es su capacidad de excitabilidad y conducción, es decir, puede generar y transmitir señales eléctricas rápidamente a través del organismo.



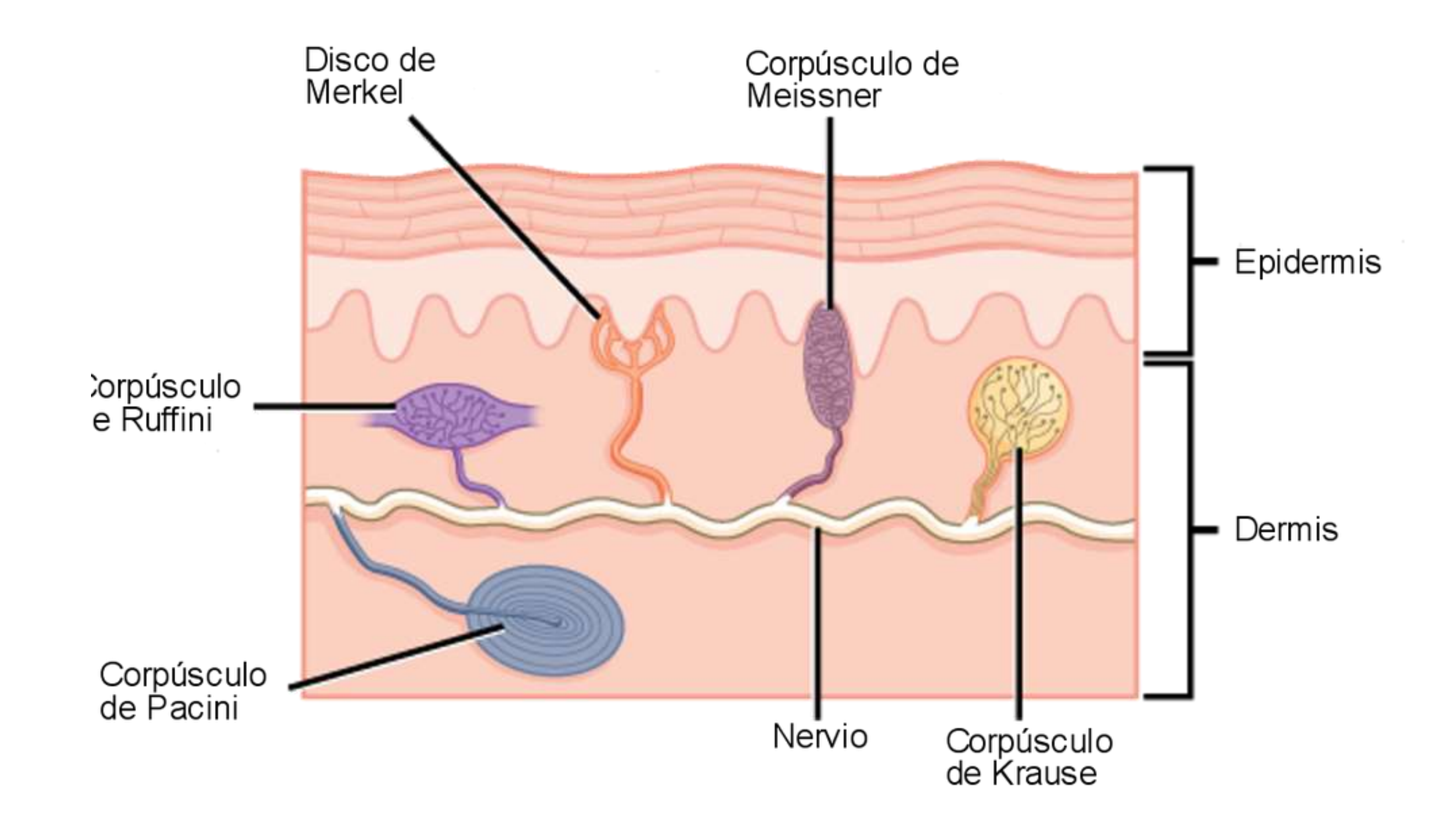
TEJIDO NERVIOSO

FUNCIONES

RECEPCIÓN DE ESTÍMULOS INTERNOS Y EXTERNOS

- El tejido nervioso tiene la capacidad de detectar cambios tanto en el ambiente externo (como la temperatura, la luz, el sonido) como en el interno (como el nivel de oxígeno en la sangre o el dolor visceral).
- Esta información es captada por receptores sensoriales especializados que convierten los estímulos en impulsos nerviosos.
- Luego, esos impulsos son transmitidos a través de neuronas sensitivas hacia el sistema nervioso central (cerebro y médula espinal) para ser procesados.

EJEMPLO:
Cuando tocas algo caliente, los receptores térmicos en tu piel detectan el calor y envían una señal inmediata al cerebro.



TEJIDO NERVIOSO

FUNCIONES

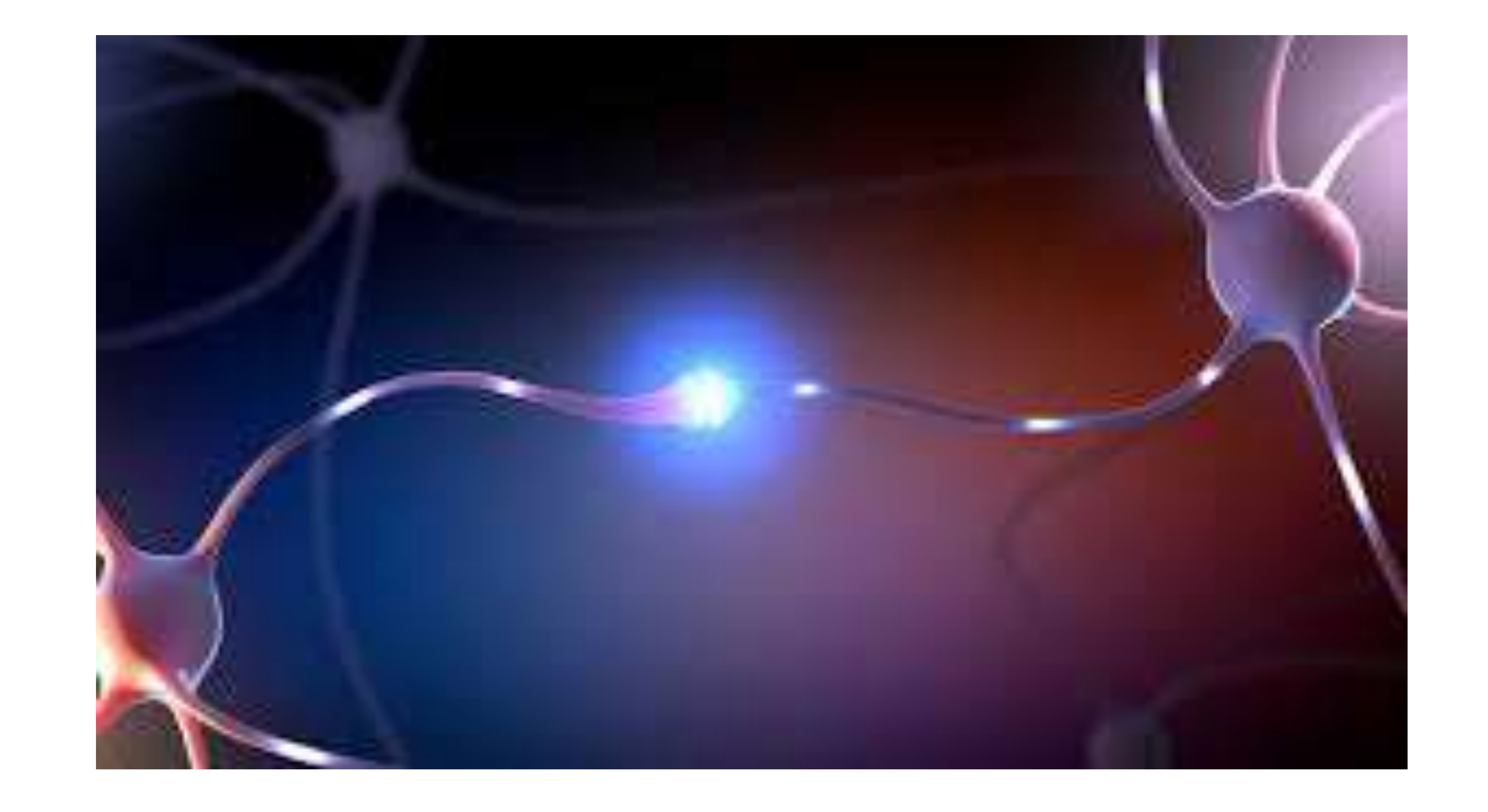
PROCESAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN (MEMORIA, APRENDIZAJE)

- Una vez recibida la información, el sistema nervioso procesa los datos: interpreta qué significan y decide si se requiere una respuesta.
- El procesamiento implica la integración de múltiples señales (de sentidos diferentes o de experiencias previas) para generar una percepción consciente.
- Además, el sistema nervioso es capaz de almacenar información a través de cambios en las conexiones neuronales (sinapsis).

Este fenómeno es la base de:

- **Memoria:** Capacidad de guardar y recuperar información.
- **Aprendizaje:** Proceso de modificar el comportamiento en base a experiencias pasadas.

EJEMPLO:
REcordar que el fuego quema después de haberlo tocado accidentalmente una vez.



TEJIDO NERVIOSO

FUNCIONES

CONTROL DE RESPUESTAS MOTORAS Y CONDUCTAS

Basándose en el procesamiento de la información, el sistema nervioso genera respuestas.

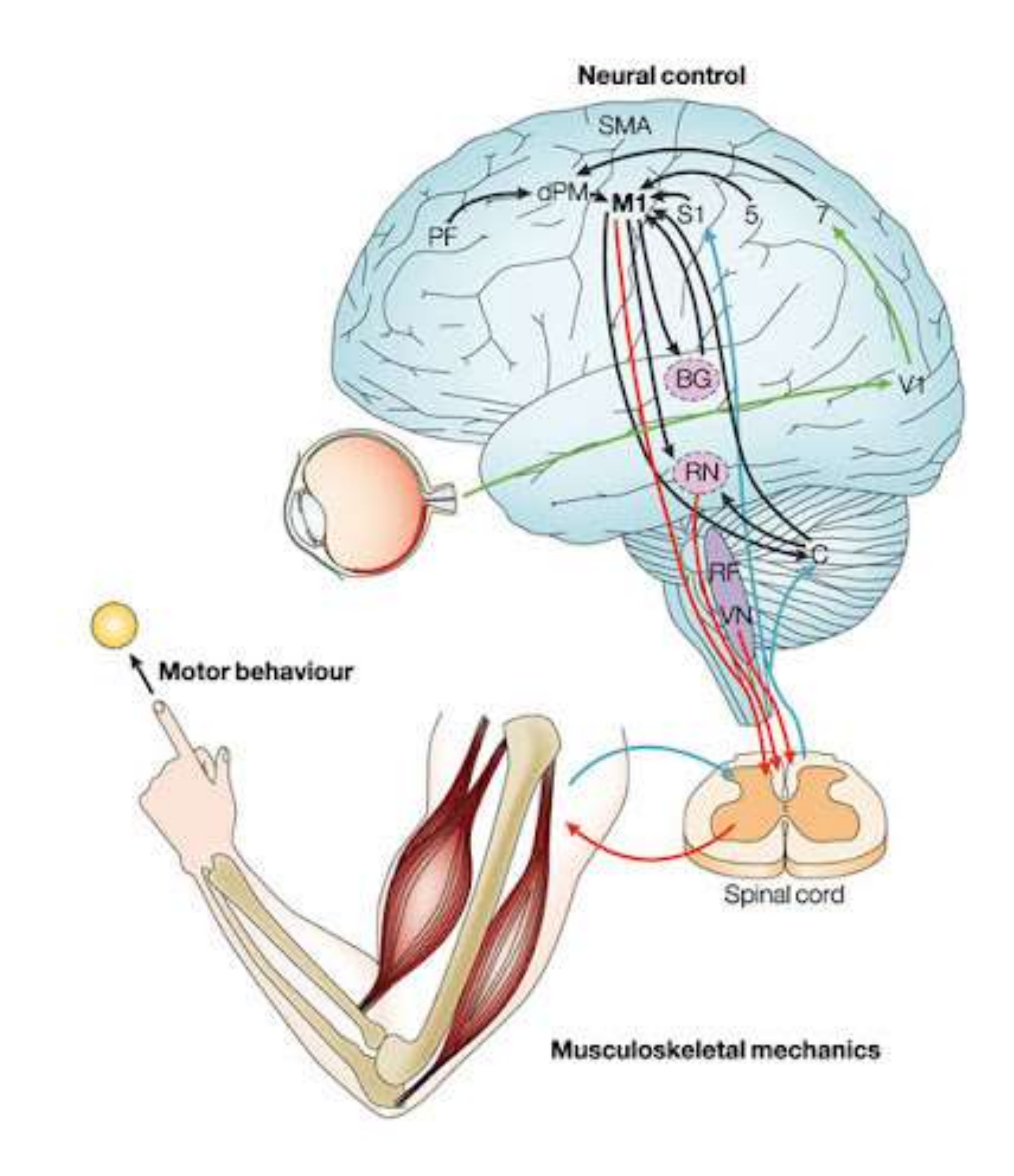
ESTAS RESPUESTAS PUEDEN SER:

- Voluntarias: Movimientos conscientes como caminar, escribir o hablar, controlados principalmente por la corteza motora del cerebro.
- Involuntarias: Reflejos rápidos y automáticos como retirar la mano de un objeto caliente, que son gestionados por la médula espinal o por centros inferiores del cerebro (tronco encefálico).

También coordina conductas complejas como la emoción, la interacción social, la resolución de problemas o la planificación a largo plazo.

EJEMPLO:

AL EScuchar un ruido fuerte, saltas (respuesta involuntaria) y luego investigas qué pasó (acción voluntaria).



TEJIDO NERVIOSO

FUNCIONES

REGULACIÓN DE FUNCIONES AUTOMÁTICAS

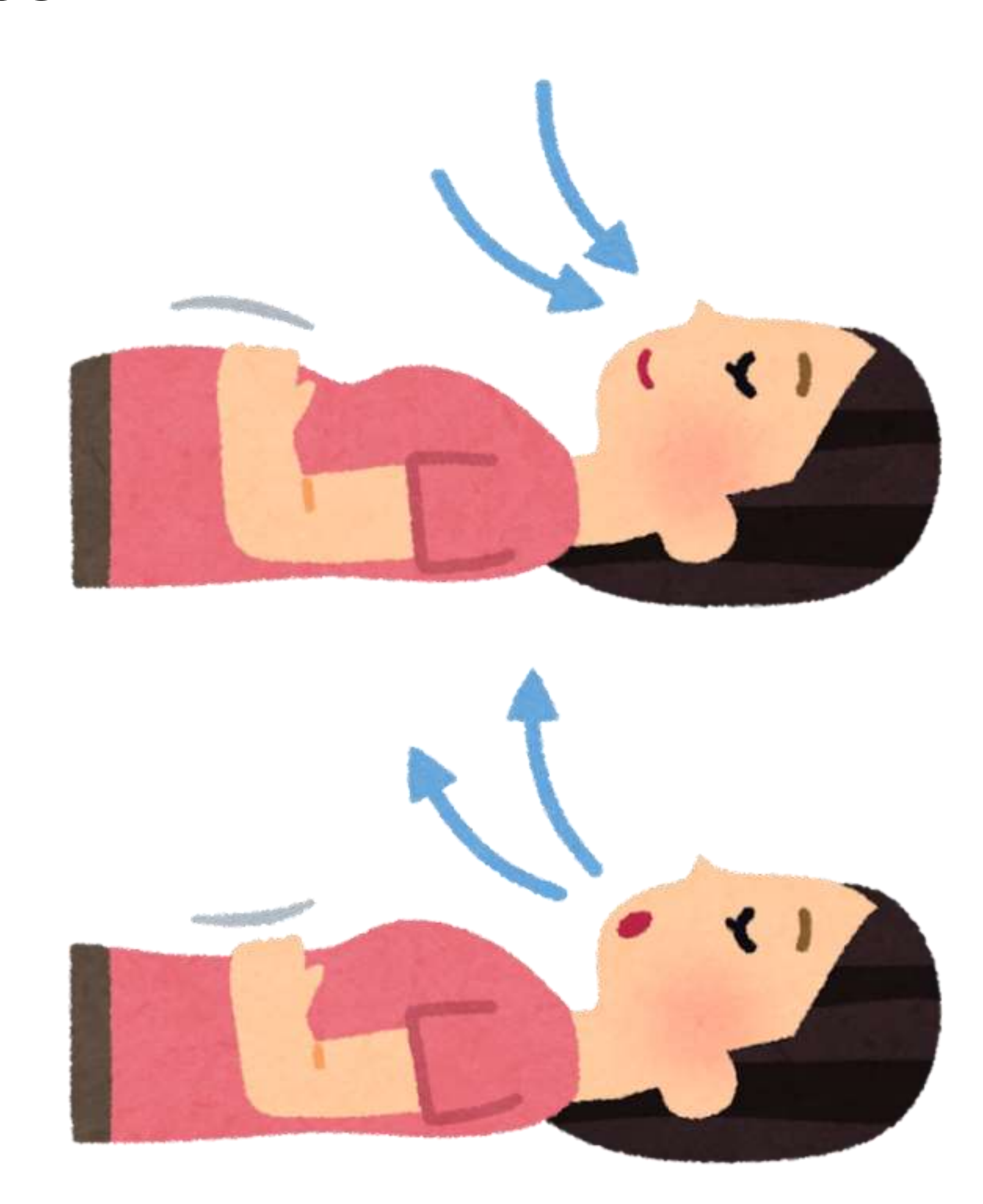
El tejido nervioso, especialmente a través del sistema nervioso autónomo (simpático y parasimpático), controla funciones vitales que no requieren conciencia o control voluntario. Esto incluye:

- Respiración
- Ritmo cardíaco
- Presión arterial
- Digestión
- Secreción hormonal

Estas funciones son reguladas principalmente por estructuras como el tronco encefálico y el hipotálamo, que constantemente monitorizan y ajustan la actividad de órganos internos para mantener la homeostasis (equilibrio interno).

EJEMPLO:

Aunque estés dormida, tu corazón sigue latiendo y tus pulmones continúan respirando gracias al control automático del sistema nervioso.



¿POR QUÉ ESTUDIAR LAS CÉLULAS DEL SISTEMA NERVIOSO EN NEUROCIENCIA?

La neurociencia busca comprender cómo funciona el sistema nervioso, y dado que está formado por células especializadas, su estudio es fundamental.

IMPORTANCIA DEL ESTUDIO CELULAR EN NEUROCIENCIA:

BASE DE LOS PROCESOS MENTALES

Toda actividad mental (pensar, recordar, sentir emociones, moverse) depende del funcionamiento de redes de neuronas y de la interacción con las células gliales.
Comprender cómo estas células se comunican (sinapsis), cómo se modifican (plasticidad sináptica) o cómo se regeneran (neurogénesis) nos ayuda a entender fenómenos como el aprendizaje, la memoria o la toma de decisiones.

COMPRENSIÓN DE TRASTORNOS NEUROLÓGICOS Y PSIQUIÁTRICOS

Enfermedades como el alzheimer (muerte de neuronas), el parkinson (alteración de neuronas dopaminérgicas), la esclerosis múltiple (daño a la mielina) o incluso la depresión (alteraciones en neurotransmisores) se entienden mejor al estudiar cómo funcionan y se afectan las células del sistema nervioso.

TIPOS DE NEURONAS SEGÚN SU FUNCIÓN

NEURONAS SENSITIVAS (AFERENTES)

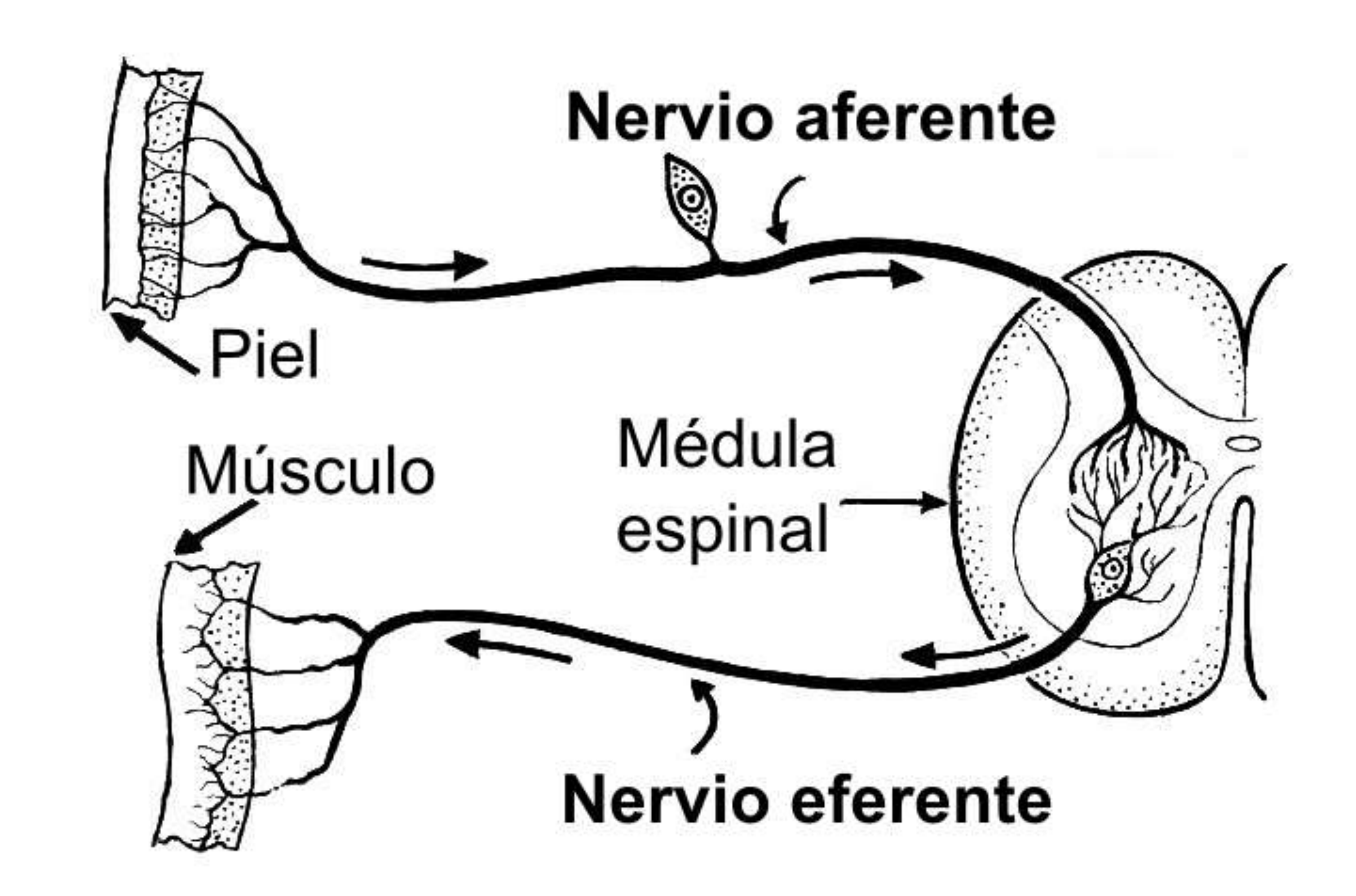
Reciben estímulos del ambiente externo (como el tacto, la temperatura, el dolor) o interno (como la presión sanguínea) y los transmiten hacia el sistema nervioso central (cerebro y médula espinal).

CARACTERÍSTICAS

- Conectan los órganos sensoriales (piel, ojos, oídos, etc.) Con el sistema nervioso central.
- Captan información y permiten sentir el entorno y el estado interno del cuerpo.

EJEMPLO

- Neuronas que detectan el calor cuando tocamos una taza caliente.



TIPOS DE NEURONAS SEGÚN SU FUNCIÓN

NEURONAS MOTORAS (EFERENTES)

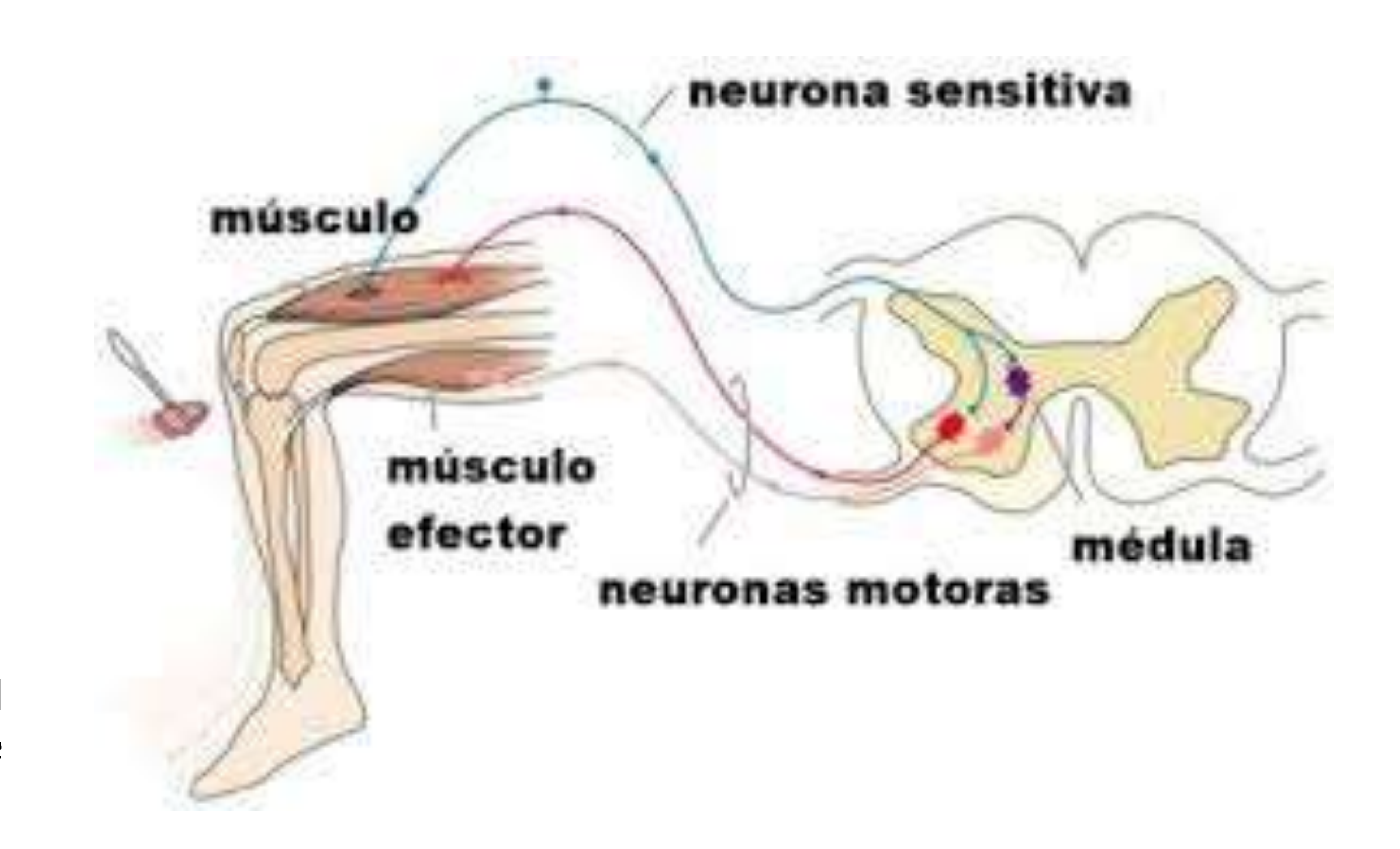
Transmiten señales desde el sistema nervioso central hacia los músculos o glándulas para provocar una acción o respuesta.

CARACTERÍSTICAS

- Son responsables de los movimientos voluntarios (como levantar la mano) e involuntarios (como el latido del corazón o la contracción intestinal).
- Comunican órdenes que permiten al cuerpo actuar frente a estímulos o necesidades internas.

EJEMPLO

- Neuronas motoras que activan los músculos del brazo para retirar la mano de una superficie caliente.



TIPOS DE NEURONAS SEGÚN SU FUNCIÓN

INTERNEURONAS (DE ASOCIACIÓN)

Conectan neuronas sensitivas con neuronas motoras dentro del sistema nervioso central.
También procesan la información y participan en funciones como la memoria, el pensamiento y la emoción.

CARACTERÍSTICAS

- Representan la mayoría de las neuronas en el cerebro y la médula espinal.
- Permiten respuestas más complejas que un simple reflejo, como analizar, decidir y coordinar varias acciones simultáneamente.

EJEMPLO

- Interneuronas en el cerebro que procesan un problema de matemáticas o en la médula espinal que coordinan un reflejo de retirada.



FUNCIONES VITALES DE LAS NEURONAS

Las neuronas son células altamente especializadas cuya estructura y bioquímica están orientadas a cumplir funciones esenciales para el funcionamiento del sistema nervioso.

CONDUCCIÓN DE IMPULSOS ELÉCTRICOS

- Es la capacidad de generar y transmitir señales eléctricas llamadas potenciales de acción a lo largo de su membrana.

¿CÓMO FUNCIONA?

- El impulso eléctrico se inicia cuando un estímulo provoca un cambio en el voltaje de la membrana neuronal (despolarización).
- Luego, la señal viaja a gran velocidad a través del axón hasta llegar al extremo de la neurona.

IMPORTANCIA:

- Permite la transmisión rápida de información dentro del cuerpo, haciendo posible respuestas inmediatas frente a estímulos.

EJEMPLO:

- CUANDO DECIDes mover tu brazo, una señal eléctrica viaja desde tu cerebro hasta los músculos del brazo en milisegundos.



FUNCIONES VITALES DE LAS NEURONAS

COMUNICACIÓN SINÁPTICA Y TRANSMISIÓN DE SEÑALES QUÍMICAS

- Es la capacidad de comunicarse con otras neuronas, células musculares o glandulares a través de las sinapsis.

¿CÓMO FUNCIONA?

- El impulso eléctrico llega al final del axón (botón sináptico).
- Provoca la liberación de neurotransmisores (sustancias químicas como dopamina, serotonina, acetilcolina) en el espacio sináptico.
- Los neurotransmisores atraviesan la sinapsis y se unen a receptores en la siguiente célula, transmitiendo el mensaje.

IMPORTANCIA:

- Permite que las neuronas no solo transmitan señales, sino que modulen la intensidad, el tipo de respuesta, o incluso inhiban la actividad de otras células.



FUNCIONES VITALES DE LAS NEURONAS

INTEGRACIÓN Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

- Es la capacidad de recibir múltiples señales de distintas fuentes, evaluarlas y decidir si se genera una nueva señal de salida (potencial de acción).

¿CÓMO FUNCIONA?

- LAS dendritas reciben múltiples entradas: algunas excitadoras (que promueven una respuesta) y otras inhibitorias (que frenan una respuesta).
- El cuerpo neuronal integra esta información: si la suma de señales alcanza un umbral, se genera un nuevo impulso eléctrico.

IMPORTANCIA:

- ES Crucial para tomar decisiones rápidas y para coordinar respuestas complejas como pensar, resolver problemas o planificar movimientos.



FUNCIONES VITALES DE LAS CÉLULAS GLIALES

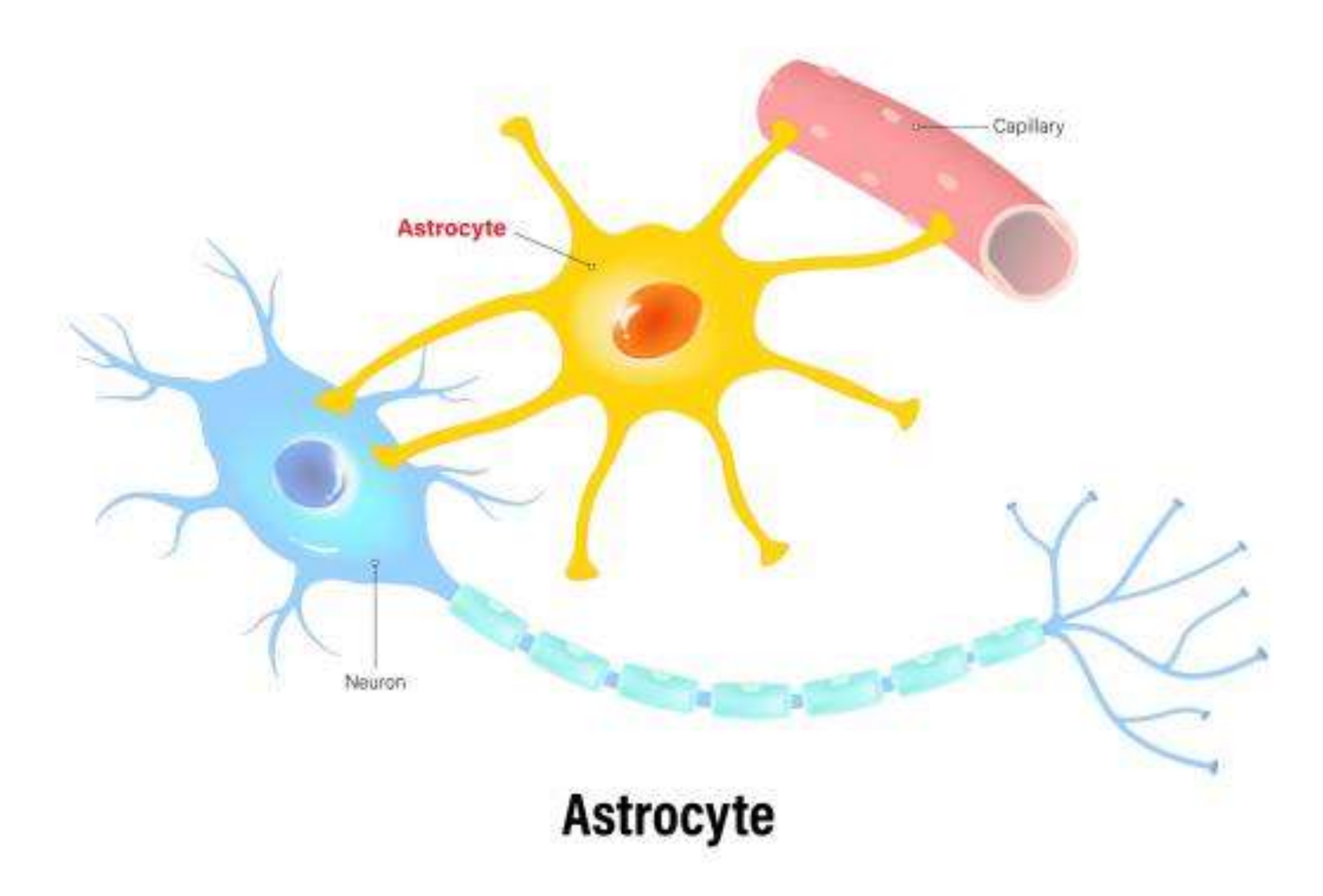
Las células gliales son esenciales para el buen funcionamiento del sistema nervioso. Aunque no transmiten impulsos eléctricos como las neuronas, realizan tareas que aseguran la supervivencia, eficiencia y plasticidad del tejido nervioso.

SOPORTE ESTRUCTURAL Y METABÓLICO DE LAS NEURONAS

- LAS células gliales sostienen físicamente a las neuronas, organizándolas dentro del sistema nervioso central y periférico.
- También nutren a las neuronas suministrándoles oxígeno, glucosa y otras sustancias esenciales.

EJEMPLOS:

- Los astrocitos forman una red de soporte alrededor de las neuronas y vasos sanguíneos.
- Ayudan a transportar nutrientes desde la sangre hacia las neuronas.



FUNCIONES VITALES DE LAS CÉLULAS GLIALES

Las células gliales son esenciales para el buen funcionamiento del sistema nervioso. Aunque no transmiten impulsos eléctricos como las neuronas, realizan tareas que aseguran la supervivencia, eficiencia y plasticidad del tejido nervioso.

MANTENIMIENTO DE LA HOMEOSTASIS CEREBRAL

MANTIENEN el ambiente químico alrededor de las neuronas estable y equilibrado, regulando:

- Los niveles de iones (como potasio y calcio).
- La concentración de neurotransmisores.
- El pH y el volumen extracelular.

IMPORTancia:

- Un microambiente estable es crucial para que las neuronas funcionen correctamente y no se sobreexciten o se deterioren.

EJEMPLO:

- LOS astrocitos absorben el exceso de glutamato para evitar daño excitotóxico.

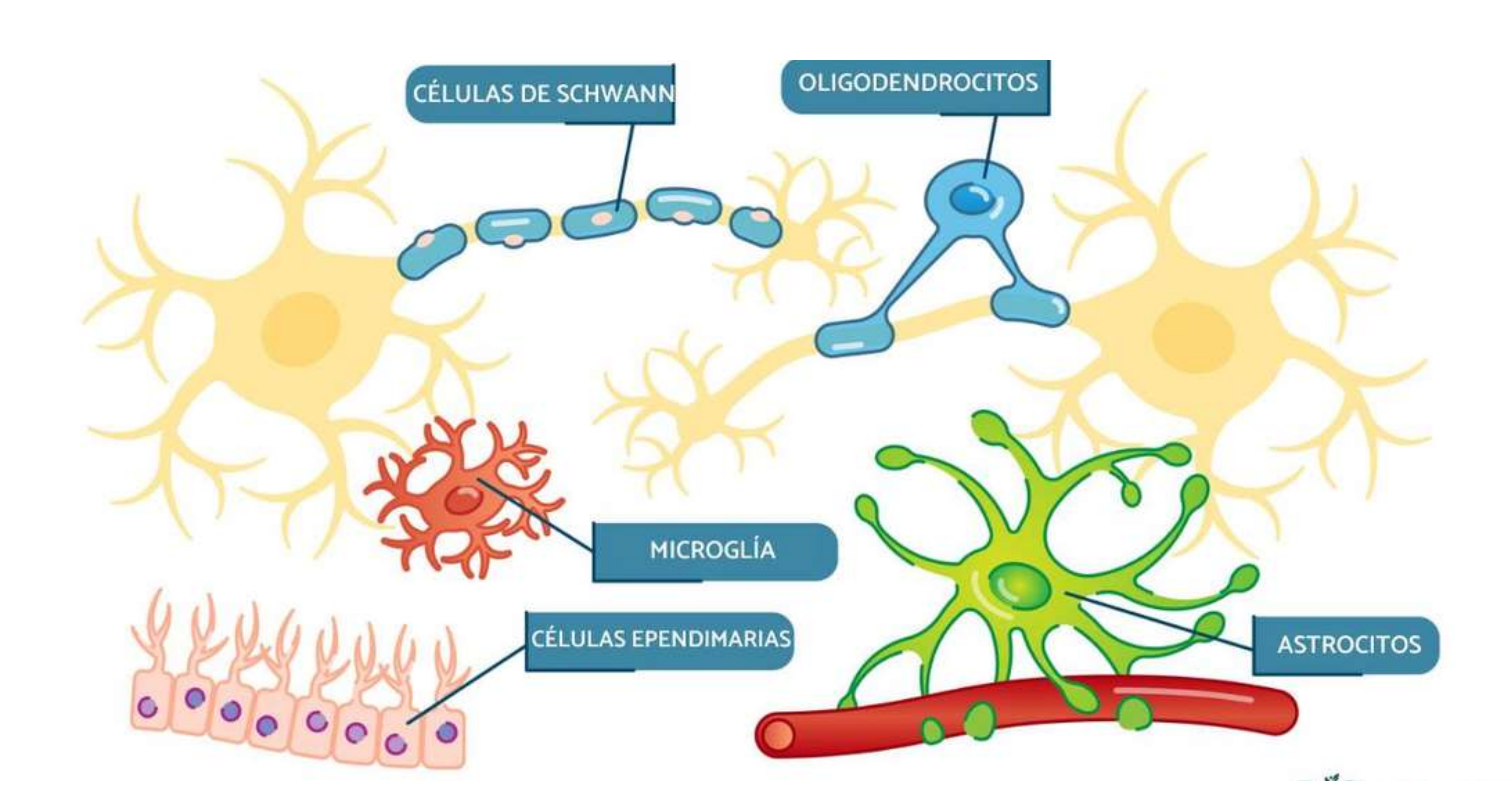


FUNCIONES VITALES DE LAS CÉLULAS GLIALES

FORMACIÓN DE MIELINA Y VELOCIDAD DE CONDUCCIÓN NERVIOSA

Algunas células gliales forman vainas de mielina alrededor de los axones neuronales, que:

- Aíslan eléctricamente el axón.
- Aumentan la velocidad de conducción de los impulsos eléctricos.



CÉLULAS INVOLUCRADAS:

- Oligodendrocitos en el sistema nervioso central.
- Células de Schwann en el sistema nervioso periférico.

IMPORTANCIA:

- La mielinización permite que los impulsos nerviosos se transmitan rápida y eficientemente mediante la conducción saltatoria.

FUNCIONES VITALES DE LAS CÉLULAS GLIALES

DEFENSA INMUNE DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL (MICROGLÍA)

MICROGLÍA:
Son las células inmunitariAS RESidentes del sistema nervioso central (SNC). Representan entre el 10-15% de las células del cerebro.

FUNCIONES PRINCIPALES

VIGILANCIA CONSTANTE:
- LA microglía se mueve de forma activa, explorando el entorno cerebral para detectar infecciones, daño tisular o alteraciones en el ambiente neuronal

FAGOCITOSIS:
- Eliminan bacterias, virus, neuronas muertas o restos celulares a través de un proceso de "digestión celular" llamado fagocitosis.

RESPUESTA RÁPIDA A DAÑOS:
- Cuando detectan señales de daño o infección, se activan, cambian de forma (de ramificada a ameboide) y migran rápidamente al sitio afectado.

SECRECIÓN DE CITOCINAS Y FACTORES DE crecimiento:
Liberan sustancias químicas que:
- Promueven la inflamación (para combatir infecciones).
- en algunos casos, facilitan la reparación de tejidos.

FUNCIONES VITALES DE LAS CÉLULAS GLIALES

ELIMINACIÓN DE DESECHOS Y CONTROL DEL MICROAMBIENTE NEURONAL

ELIMINACIÓN DE DESECHOS:

- Las neuronas, al igual que cualquier otra célula, producen productos de desecho metabólico (como residuos de neurotransmisores usados, proteínas defectuosas o restos celulares tras muerte neuronal).
- Las células gliales (especialmente astrocitos y microglía) son responsables de recoger y eliminar estos desechos, evitando que se acumulen y perjudiquen la función cerebral.



CONTROL DEL MICROAMBIENTE NEURONAL:

- **ASTROCITOS:**
  - Capturan neurotransmisores sobrantes en el espacio sináptico, como el glutamato, previniendo la excitación excesiva que podría matar neuronas (excitotoxicidad).
  - Regulan el contenido iónico del líquido extracelular (como potasio y calcio), manteniendo condiciones óptimas para la transmisión de impulsos nerviosos.
  - Participan en la regulación del pH y del volumen del espacio extracelular.

- **Microglía:**
  - Eliminan células apoptóticas (en muerte programada) o infectadas, asegurando que no liberen sustancias dañinas.

FUNCIONES VITALES DE LAS CÉLULAS GLIALES

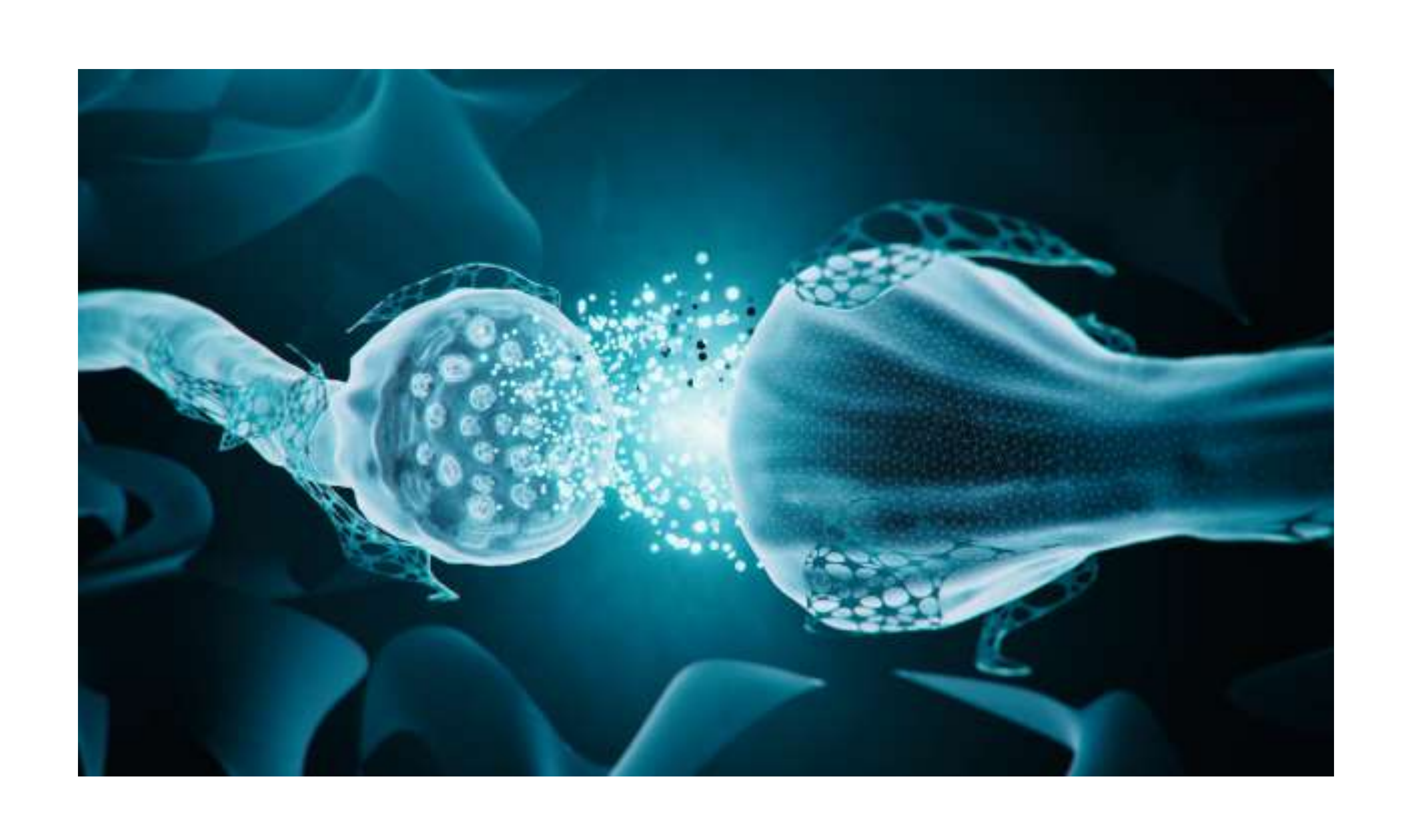
PARTICIPACIÓN EN LA PLASTICIDAD SINÁPTICA Y EN PROCESOS DE APRENDIZAJE

CÉLULAS GLIALES Y PLASTICIDAD:

- **ASTROCITOS:**
  - Liberan factores tróficos como el BDNF (Factor Neurotrófico Derivado del Cerebro) que promueven la formación de nuevas sinapsis.
  - Controlan la liberación y recaptación de neurotransmisores, regulando cuánto y cómo se transmite la señal entre neuronas.
  - Participan en la poda sináptica, es decir, eliminan conexiones sinápticas débiles o no funcionales, permitiendo que se fortalezcan las importantes.
- **Oligodendrocitos:**
  - Favorecen el aprendizaje motor mediante cambios en la mielina, ajustando la velocidad de transmisión neuronal en circuitos usados frecuentemente.
- **Microglía (en aprendizaje temprano):**
  - También pueden participar remodelando sinapsis durante periodos críticos de desarrollo y aprendizaje.

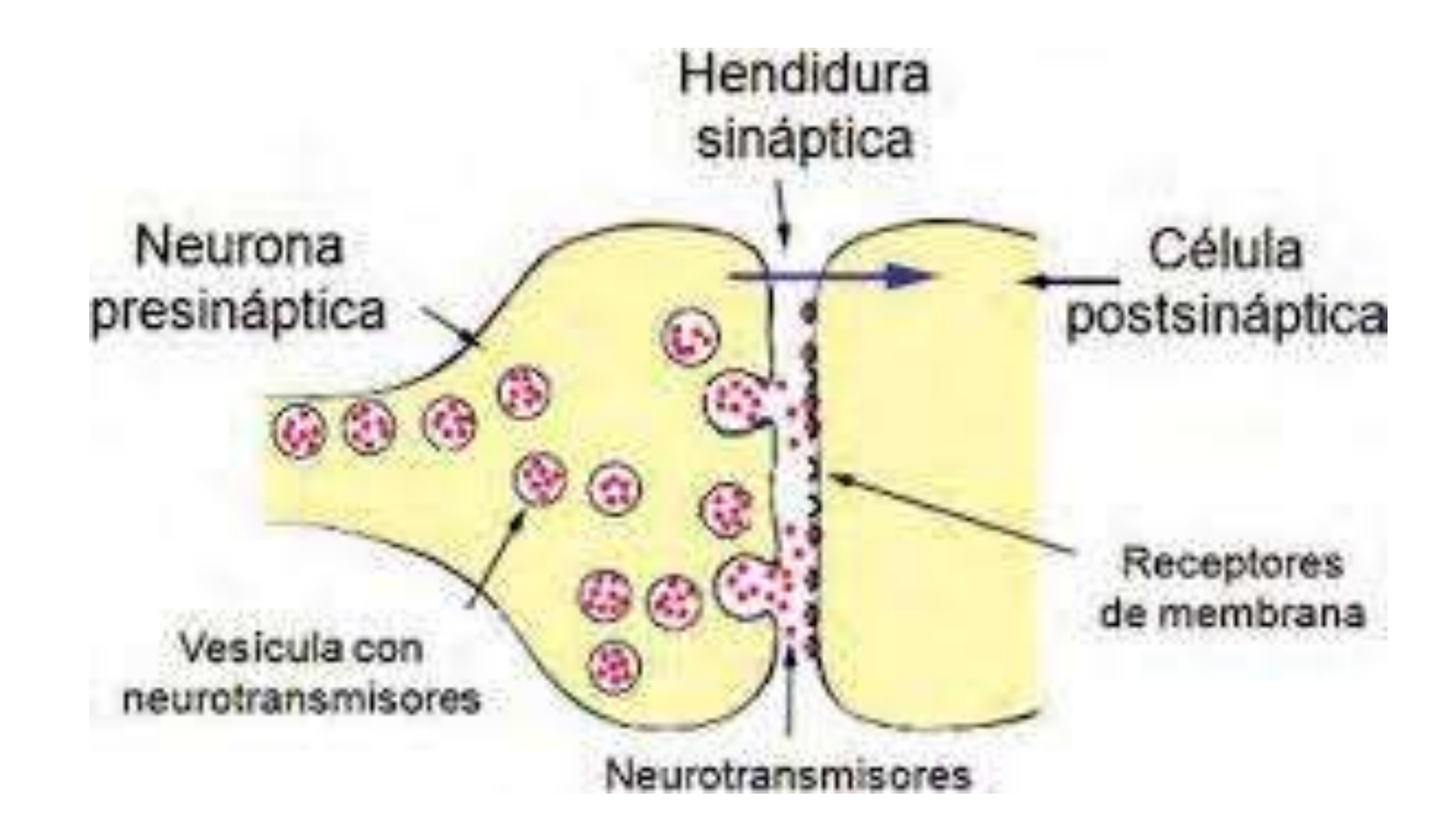
PLASTICIDAD SINÁPTICA:

- Es la capacidad del cerebro de modificar la fuerza o eficiencia de las conexiones entre neuronas (sinapsis) en respuesta a la actividad y la experiencia.



COMUNICACIÓN CELULAR EN EL SISTEMA NERVIOSO

La comunicación en el sistema nervioso es fundamental para que el cuerpo pueda percibir, reaccionar y adaptarse al entorno. Esta comunicación ocurre principalmente a través de sinapsis, pero las células gliales también son protagonistas al modular estas interacciones.



COMUNICACIÓN CELULAR EN EL SISTEMA NERVIOSO

SINAPSIS: ELÉCTRICA Y QUÍMICA

CARACTERÍSTICA	SINAPSIS ELÉCTRICA	SINAPSIS QUÍMICA
DEFINICIÓN	Conexión directa entre neuronas a través de uniones tipo gap.	Comunicación mediante liberación de neurotransmisores en el espacio sináptico.
VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN	Muy rápida, casi sin retraso.	Más lenta debido al retraso sináptico (milisegundos).
DIRECCIONALIDAD	Bidireccional (puede fluir en ambos sentidos).	Unidireccional (de neurona presináptica a postsináptica).
TIPO DE COMUNICACIÓN	Eléctrica (paso de iones).	Química (liberación y recepción de neurotransmisores).
FUNCIÓN PRINCIPAL	Sincronización rápida de grupos neuronales.	Modulación precisa y variada de señales neuronales (excitatorias o inhibitorias).
EJEMPLO	Reflejos rápidos, sistemas de escape en peces.	Sinapsis neuromuscular usando acetilcolina.

CONSECUENCIAS DE LA DISFUNCIÓN CELULAR EN EL SISTEMA NERVIOSO



El sistema nervioso depende de la integridad y funcionalidad de las células que lo componen: neuronas y células gliales. Cuando ocurre una disfunción celular, ya sea por daño, muerte celular, mutaciones genéticas o ataques del propio sistema inmune, se desencadenan alteraciones que afectan el movimiento, la memoria, el pensamiento, las emociones e incluso la vida misma.

CONSECUENCIAS DE LA DISFUNCIÓN CELULAR EN EL SISTEMA NERVIOSO

ENFERMEDADES NEURONALES

ALZHEIMER

El Alzheimer es la forma más común de demencia. Se caracteriza por un deterioro progresivo de las capacidades cognitivas.

MECANISMO CELULAR:

- Se forman placas de **beta-amiloide** entre las neuronas, que interrumpen la comunicación celular.
- Se acumulan ovillos de proteína tau dentro de las neuronas, lo que impide el transporte de nutrientes y lleva a la muerte neuronal.

MANIFESTACIONES CLÍNICAS:

- Pérdida de memoria reciente, confusión, cambios de humor, dificultades en el lenguaje y pérdida progresiva de funciones básicas.



CONSECUENCIAS DE LA DISFUNCIÓN CELULAR EN EL SISTEMA NERVIOSO

ENFERMEDADES NEURONALES

PARKINSON

Es un trastorno neurodegenerativo que afecta sobre todo al sistema de control del movimiento.

MECANISMO CELULAR:

- Muerte progresiva de neuronas dopaminérgicas en la sustancia negra del mesencéfalo.
- La dopamina es esencial para la coordinación y el control motor fino.

MANIFESTACIONES CLÍNICAS:

- Temblores en reposo, rigidez muscular, lentitud de movimientos (bradicinesia), alteraciones de la postura y, en fases avanzadas, deterioro cognitivo y trastornos emocionales.



CONSECUENCIAS DE LA DISFUNCIÓN CELULAR EN EL SISTEMA NERVIOSO

ENFERMEDADES NEURONALES

ESCLEROSIS MÚLTIPLE

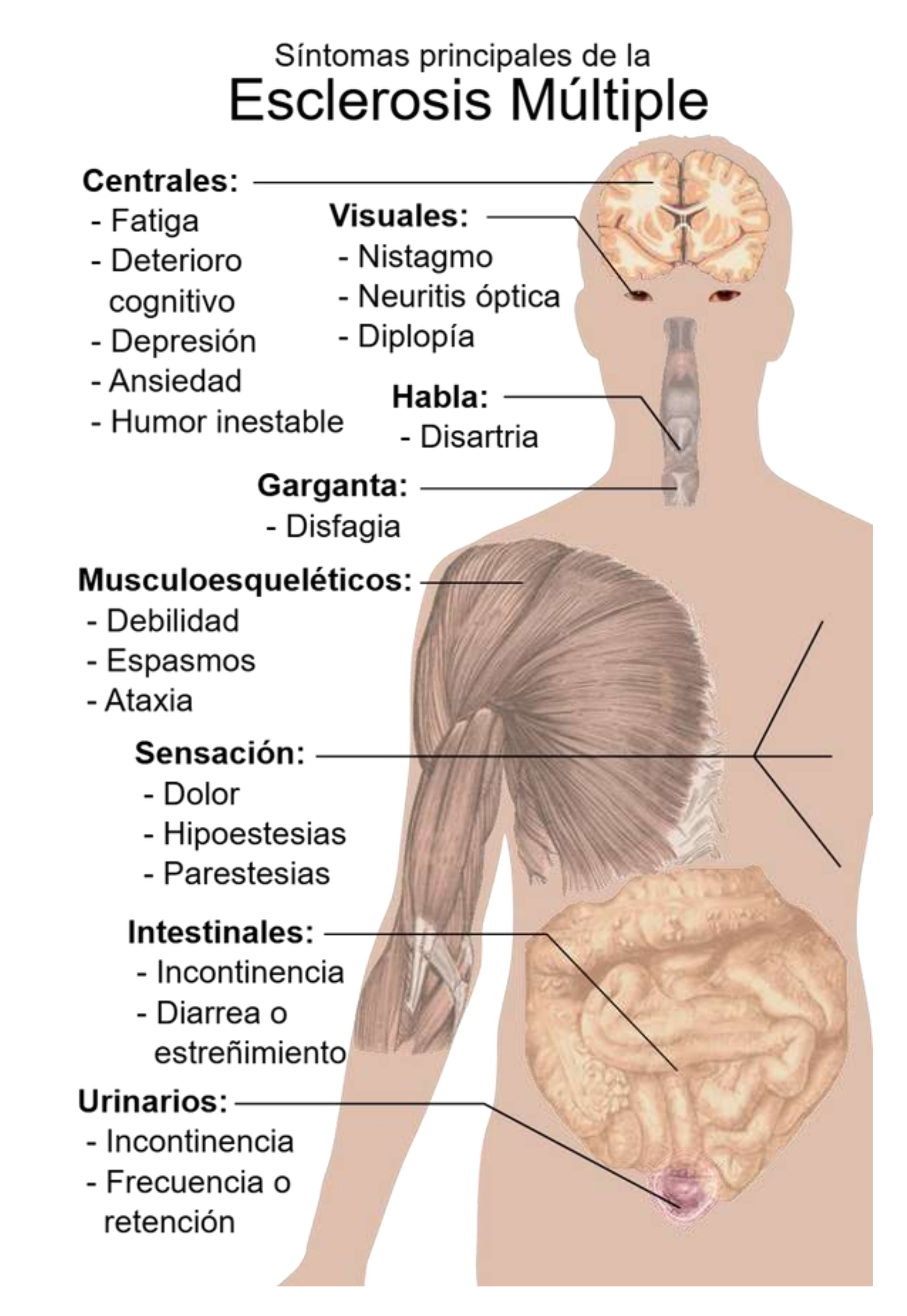
Es una enfermedad inflamatoria crónica del sistema nervioso central (cerebro y médula espinal).

MECANISMO CELULAR:

- El sistema inmune ataca y destruye la mielina, afectando la transmisión eficiente de impulsos eléctricos en las neuronas.
- Los oligodendrocitos intentan reparar la mielina, pero en fases avanzadas se produce daño axonal irreversible.

MANIFESTACIONES CLÍNICAS:

- Fatiga extrema, visión doble o borrosa, debilidad en extremidades, dificultades en la coordinación y el equilibrio, problemas cognitivos.



IMPACTO DE LA MUERTE CELULAR EN TRASTORNOS NEUROLÓGICOS Y NEUROPSIQUIÁTRICOS

MUERTE CELular y Trastornos Neurológicos

Neuronal:

- La pérdida de neuronas específicas puede llevar a déficits motores (como en Parkinson), pérdida de memoria (Alzheimer) o disfunciones sensoriales (esclerosis múltiple).

EjEMPLO:

- Muerte neuronal en el hipocampo = amnesia severa.

MUERTE CELular y Trastornos Neuropsiquiátricos

VINCulación con trastornos emocionales:

- Estudios han relacionado la disminución del volumen de ciertas áreas cerebrales (como el hipocampo y la corteza prefrontal) con depresión mayor y trastorno de ansiedad generalizada.

EjEMPLO:

- Pérdida de conexiones neuronales en la corteza prefrontal puede disminuir el control emocional, favoreciendo episodios de depresión o impulsividad.



GRACIAS

